



УДК 624.438

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF INERTIAL DUST LEADERS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF WORK OF GAS TRANSMISSION AGGREGATES

Каракчиев Андрей Сергеевич, магистрант каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: karakchiev.95@mail.ru. Тел.: +79827048059

Недошивина Татьяна Анатольевна, канд. техн. наук, доцент каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: tansha2000@mail.ru. Тел.: +79501912634

Andrei C. Karakchiev, Master student, Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Russia, 620002, Yekaterinburg, Mira St., 19. E-mail: karakchiev.95@mail.ru. Ph.: +79827048059

Tatyana A. Nedoshivina, Dr., Assoc. Prof. Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Russia, 620002, Yekaterinburg, Mira St., 19. E-mail: tansha2000@mail.ru. Ph.: +79501912634

Аннотация: В работе рассматриваются основные элементы комплексного воздухоочистительного устройства газоперекачивающего агрегата и влияние их на работу газотурбинного двигателя. Оценивается применение конструкций инерционного пылеуловителя.

Abstract: The paper considers the main elements of a complex air purifying device of a gas pumping unit and their influence on the operation of a gas turbine engine. The use of inertial dust collector designs is evaluated.

Ключевые слова: комплексные воздухоочистительные устройства; инерционный пылеуловитель; очистка; атмосферный воздух; фильтры.

Keywords: complex air purifying devices; inertial dust collector; cleaning; atmospheric air; filters.

Надежная работа газотурбинных установок (ГТУ) в значительной степени определяется качеством очистки и подготовки циклового воздуха, которые обеспечивают воздухоочистительные устройства (ВОУ). Ключевым фактором в выборе ВОУ являются параметры, обеспечивающие высокую долговечность, надежность и экономичность их работы, снижение до минимума количества аварийных и незапланированных остановок, оптимизацию затрат на плановые остановки – то есть параметры затрат на работу и обслуживание самого ВОУ. Определяющим же фактором следует считать качество очистки циклового воздуха.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день, в большинстве эксплуатируемых ГПА установлены довольно устаревшие комплексные воздухоочистительные устройства (КВОУ), фильтрующие элементы которых, полностью выработали свой ресурс и не несут никакой

пользы для ГПА и тем более не удовлетворяют требованиям СТО Газпром.

Задача КВОУ при работе ГПА обеспечить:

- очистку поступающего воздуха от пыли;
- защиту от попадания посторонних предметов и льда;
- подогрев воздуха для предотвращения обледенения;
- шумоглушение до уровней звука 80 дБа на расстоянии в 1 м от плоскости воздухозабора;
- очистку и шумоглушение воздуха, подводимого в теплозвукоизолирующий кожух ГТД.

Типовые КВОУ ГТУ представляют собой блочную конструкцию. Блоки должны быть транспортабельными. На рис.1 показана схема сборки последовательно включенных блоков: воздухоприемного, инерционной очистки, тонкой очистки, испарительного охлаждения, улова

неиспарившейся влаги и двух блоков шумоглушения [1].

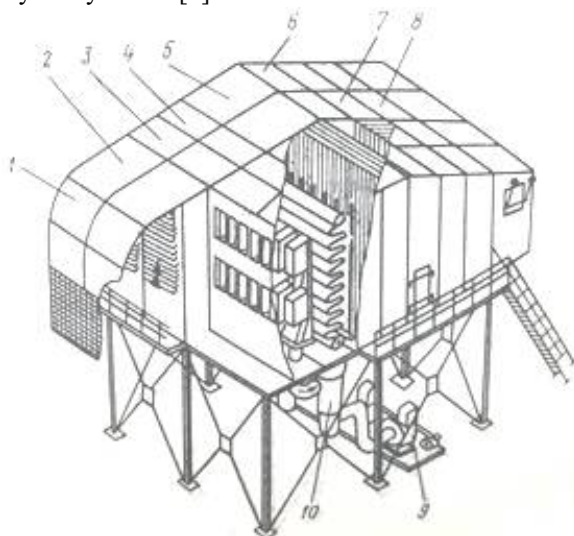


Рис.1 Унифицированное КВОУ:

1-козырёк; 2-блок воздухоприемный; 3-блок инерционной очистки; 4-блок тонкой очистки; 5-блок испарительного охлаждения; 6-блок улова неиспарившейся влаги; 7-блок снижения высокочастотного шума; 8-блок снижения шума средних и низких частот; 9-вентилятор; 10-циклон

Как известно, находящиеся в атмосферном воздухе частицы промышленной или природной пыли, попадая в проточную часть компрессора газотурбинного двигателя (газотурбинной установки), способствуют образованию отложений в газоздушном тракте и, как следствие, вызывают эрозионный износ проточной части двигателя. Наиболее сильно качество входного воздуха влияет на износ рабочих лопаток осевого компрессора, в несколько раз уменьшая ресурс их работы, что снижает эффективность работы энергоустановки.

Основной этап улавливания мелкодисперсной пыли — это фильтрация на этапах грубой и тонкой очистки воздуха. В качестве первой ступени, грубой очистки, наиболее приемлемым считается применение прямооточных батарейных циклонов и жалюзийных пылеуловителей. Инерционные пылеуловители улавливают, в основном, крупную пыль — диаметром частиц 20 – 30 мкм и более, эффективность их работы составляет от 60 до 95 %. Вторая ступень, или ступень тонкой очистки — кассетные фильтры накопительного типа. Необходимость их применения и эффективность очистки воздуха фильтрами тонкой очистки во многом определяется качеством очистки на первой ступени.

Недостатком работы фильтров является низкая степень очистки воздуха, из-за попадания на вход

воздухозаборной камеры ГТУ абразивных частиц из зоны камеры всасывания, не охваченной фильтрами, а также повышенное гидравлическое сопротивление устройства, вызванное особенностями компоновки. Все это снижает надежность работы газотурбинной установки и ее КПД. Как известно, фракции, находившиеся в цикловом воздухе, могут привести к изменениям характеристик проточной части ГТД, если скорость потока воздуха меняется, изменяется соотношение давлений между ступенями. В крайнем варианте может возникнуть помпаж осевого компрессора, который очень опасен для оборудования ГПА.

Таким образом, при выборе того или иного типа воздухоочистительной системы необходимо руководствоваться такими параметрами как место расположения ГТУ, среднегодовая концентрация пыли в воздухе, показателей надежности всей системы в целом в процессе отработки и др.

Применение в областях с повышенным содержанием пыли ВОУ на основе инерционных элементов очистки позволяет повысить рентабельность установки за счет отсутствия издержек связанных с внеплановыми остановками оборудования. Существует несколько широко известных типов инерционных пылеуловителей [2]. К основным недостаткам известных конструкций жалюзийного типа [3] можно отнести низкую эффективность очистки воздуха, трудоемкость в обслуживании (частая очистка самой конструкции), отсутствие возможности регулирования гидравлического сопротивления, и возможность инееобразования и обледенения элементов пылеуловителя при температурах всасываемого воздуха от 0 до +5°C.

В основе действия инерционного пылеуловителя (рис. 2) заложено изменение направления движения потока газа, частицы пыли при этом, под действием инерционных сил отклоняются от линий тока и сепарируются из потока.

Пылеуловители инерционного типа широко применяются в разных областях промышленности, в том числе в составе оборудования ГТУ. Следует отметить, что использование в ВОУ ГТУ ступени инерционной очистки в зонах с повышенным содержанием пыли, благоприятно сказывается на показателях надежности (по сравнению с фильтрами накопительного типа), т.к. инерционные пылеуловители не имеют сменных элементов и не требуют вынужденных остановов оборудования.

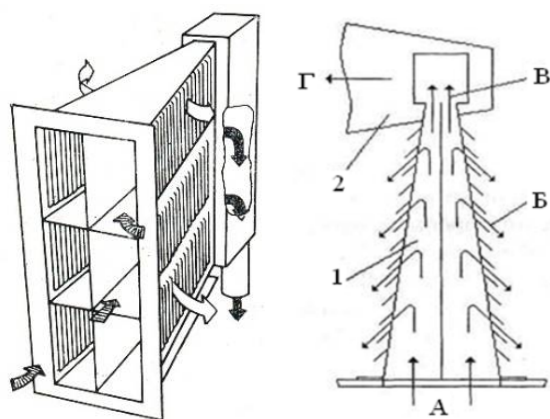


Рис. 2. Инерционный пылеуловитель со штампованными решетками

1-сужающаяся камера; 2-короб отсоса запыленного воздуха;

А-воздух атмосферный; Б-воздух очищенный; В-воздух запыленный; Г-отсос пыли

Однако исследования в данной области продолжаются. Необходимо унифицировать инерционные пылеуловители таким образом, чтобы добиться максимально возможной эффективности при условии минимальной потери давления и надежности работы на пыли с различными фракционными и минералогическим составом. Необходимо максимально понизить гидравлическое сопротивление конструкций, аэродинамическое сопротивление потока. В связи с климатическими условиями России задача предотвращения обледенения элементов сепаратора с минимальными затратами также является актуальной.

Для решения ранее названных задач используется технически обоснованное проектирование инерционных пылеуловителей, в результате которого можно добиться максимальной степени очистки, при этом разгрузить 2 ступень очистки, снизить загрязнение и эрозию лопаток компрессора, достичь требуемой эффективности очистки, т. е. создать основное условие для поддержания высокого КПД. Использование современных прикладных программных пакетов позволяет проанализировать напряженно-деформированное состояние элементов пылеуловителя, смоделировать аэродинамические процессы, происходящие в конструкциях пылеуловителей, и выбрать наиболее отвечающие требованиям эксплуатации варианты исполнения конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Е.И. Михайлов, В.А. Резник, А.А. Кринский, Комплексные воздухоочистительные устройства для энергетических установок, 1978, 140с.
2. Рудаченко А.В. Газотурбинные установки для транспорта природного газа: учебное пособие: учебное пособие / А.В. Рудаченко, Н.В. Чухарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 217с
3. ГОСТ 25757-83 (СТ СЭВ 3256-81) Пылеуловители инерционные сухие. Типы и основные параметры.